

김치에서 신규 *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P 균주의 분리 및 이를 이용한 배 발효물의 제조

인만진* · 김혜민 · 진혜진 · 김동청 · 오남순¹ · 채희정^{2,3}

청운대학교 식품영양학과 및 국제 바이오·건강과학연구소, ¹공주대학교 식품공학과, ²내추럴 초이스(주), ³호서대학교 식품생물공학과

Production of a Fermented Korean Pear Puree using a New Strain *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P Isolated from *Kimchi*

Man-Jin In*, Hye-Min Kim, Hea-Jin Jin, Dong Chung Kim, Nam-Soon Oh¹, and Hee Jeong Chae^{2,3}

Department of Human Nutrition and Food Science and International Institute of Bio and Health Science, Chungwoon University, Hongseong 350-701, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan 340-802, Korea

²Natural Choice Co., Ltd., Asan 336-795, Korea

³Department of Food and Biotechnology, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

Received December 29, 2009; Accepted March 4, 2010

A lactic acid bacterial strain showing fast growth and high acid production in Korean pear puree was isolated from *Kimchi*. This strain was analyzed by API 50 CHL kit and 16S rRNA sequencing analysis and identified as *Leuconostoc (Ln.) mesenteroides* KACC 91495P. Korean pear puree was fermented using *Ln. mesenteroides* KACC 91495P strain at 30°C for 18 h. The changes of pH, titratable acidity and viable cell number during fermentation were investigated. The pH and titratable acidity were reached to pH 3.86 and 1.09% after 18 h fermentation, respectively. The viable cell population of *Ln. mesenteroides* KACC 91495P was rapidly increased to 2.0×10^9 CFU/g during the 9 h of cultivation. The contents of lactic acid, acetic acid and malic acid were determined to be 0.213, 0.259, and 0.217% after 18 h fermentation, respectively. The content of polyphenolic compounds, known as antioxidants, in pear puree were enhanced by *Ln. mesenteroides* KACC 91495P cultivation. The level of total polyphenolic compounds was increased to around 140% of initial concentration. When the fermented pear puree was kept at 4°C, pH, titratable acidity and number of viable cells population were nearly maintained for 13 days.

Key words: fermented pear puree, *Leuconostoc mesenteroides*, polyphenol content

서 론

한국산 배는 수분함량이 85~88%이며 주성분인 당질은 10~13%정도이며 단백질 0.3%, 지방 0.2%, 섬유질 0.5% 정도 함유되어 있으며, Na, K, Mg, P 등의 미네랄과 비타민이 풍부한 알칼리성 식품이며 한방에서는 변비, 이뇨, 기침 등의 치료제로 오랫동안 이용되어 왔다[Hwang과 Park, 2006]. 과일 중 배는 신맛이 적어서 기호도가 우수하므로 대부분 생과로 소비되고 있으며 가공품은 많지 않으며 배 음료가 유통되고 있는 정도이다. 그러므로 배에 관한 연구는 주로 저장기간 중 품질

의 변화를 최소화할 수 있는 저장방법과 조건에 집중되어 있다. 실제로, 저장성을 향상시키기 위한 수확 후 처리방법[Kwon 등, 2003], controlled atmosphere 저장의 효과[Chung 등, 2003], 배의 저장 중 향기성분, 화학적, 물리적 성질의 변화[Zhang 등, 2003; Ji 등, 2006], 전자선 조사가 향기성분에 미치는 영향[Kim 등, 2008] 등이 연구되어 있다. 한편으로 배를 과일보다는 기능성 소재로 이용하기 위하여 가공 부산물인 과피로부터 분리한 식이섬유의 특성[Zhang 등, 2005]과 상품성이 낮은 배의 과육으로부터 추출한 펙틴의 생리적인 기능성[Zhang 등, 2008]에 관한 연구도 보고되어 있다. 배의 직접 가공품에 관한 연구로는 열처리 조건이 배즙의 물성에 미치는 연구가 보고되어 있을 뿐이다[Hwang 등, 2006].

동, 서양의 전통 발효식품에서 중요한 역할을 담당한 유산균은 정장, 항암, 면역증진, 항균 등 다양한 생리활성이 알려져 있으며, 다양한 발효식품으로 또는 생균제의 형태로 섭취되어

*Corresponding author

Phone: +82-41-630-3278; Fax: +82-41-632-3278

E-mail: manjin@chungwoon.ac.kr

우리 몸에 유익한 작용을 하는 probiotics의 대표적인 미생물이 다[Goldin, 1998]. 육류의 소비가 많은 서양에서는 포유동물의 유즙에 유산균을 배양한 다양한 발효유가, 곡류를 주식으로 소비하는 아시아, 아프리카 지역에서는 곡류를 발효원으로 사용한 *idli*, *dosa*, *dhokla*와 같은 전통 발효식품이 알려져 있다[Blandino 등, 2003]. 세계적으로 곡류 발효 식품에서는 효모와 유산균이 중요한 미생물로 발견되므로 이들을 starter로 이용하는 연구가 보고되고 있으며[Mugula 등, 2003], 최근 국내에서도 현미에 phytate 분해활성을 갖는 유산균을 배양하여 phytate 함량을 낮춘 곡류 발효식품의 제조에 관한 기초 연구가 보고 [In 등, 2009]된 바 있다. 또한 우리나라의 김치는 채소에 유산균을 배양한 발효식품이며, 과일을 이용한 발효식품으로는 서양에서는 사과 주스에 효모와 유산균을 발효시킨 apple cider [del Campo, 등 2008]가 대표적이며, 우리나라에서는 우유에 과즙을 혼합하여 기존의 발효유에 과일의 특성을 추가하는 발효유의 제조에 관한 연구[Ko와 Kang, 1997]가 보고되어 있을 뿐 과일만을 사용한 유산균 발효 가공품은 미미하다. 그러나 유산균을 이용한 발효 식품은 요구르트와 같은 동물성 발효 식품뿐만 아니라 곡류, 과채류 발효식품인 식물성 probiotic food까지 관심이 집중되고 있다[Blandino 등, 2003].

따라서 현미[In 등, 2009]와 두유[Oh와 In, 2008]에 유산균을 배양한 결과를 기반으로 과일 중 생과 소비율이 매우 높은 배에서 생육과 산 생성이 우수한 유산균을 김치로부터 분리, 동정하였으며, 분리한 유산균을 이용하여 배 과쇄물에 배양하면서 생육특성을 조사하는 연구를 수행하였다. 본 연구 결과는 배를 이용하여 유산균이 함유된 식물성 probiotic food를 제조하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

재료. 유산균의 분리에 사용한 배추김치는 대형마트에서 구입하였으며, 배는 2008년 국내산 신고 품종을 사용하였다. 미생물 분리, 배양 및 보존에 사용된 배지는 모두 Difco사(Detroit, MI, USA)의 제품이었다.

유산균의 분리 및 동정. 김치 국물을 멸균 식염수에 혼합하여 10진법으로 적절하게 희석한 후 0.3% CaCO₃를 함유한 Lactobacilli MRS agar 평판에 도말하고 30°C에서 36시간 배양하였다[Lim과 Im, 2009]. 산 생성이 우수하여 투명환을 크게 생성하는 colony를 1차로 선발하였으며, 선발된 균주를 배 과쇄물에 접종하여 30°C에서 15시간 진탕배양 후 균의 생육과 적정산도를 공시 균주인 *Ln. mesenteroides* ATCC 9135와 비교하여 생육과 산 생성능이 우수한 균주를 2차로 선발하였다. 최종 선발된 균주를 MRS agar 사면 배지에 보관하였으며 API 50 CHL kit(bioMerieux Inc., Marcy l'Etoile, France)와 16S rRNA의 염기 서열 분석을 통하여 동정하였다[Yoon 등, 1989].

배 발효물의 제조. 사면 배지에 보관 중인 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P를 Lactobacilli MRS broth에 1백금이 접종하여 30°C에서 15시간 회전 진탕 배양 후 1,500×g로 15분간 원심분리로 균체를 회수하고 멸균 식염수로 2회 세척한 다음 배양액과 동일 부피의 멸균 식염수에 균체를 현탁하여 starter로 사용

하였다. 배는 껍질을 제거하고 과육 부위만을 가정용 분쇄기로 파쇄하여 미리 멸균한 진탕 플라스크에 50 g씩 넣은 후 미리 준비한 starter를 5%(v/w) 접종하고 30°C에서 150 rpm으로 회전 진탕 배양하면서 시간 별로 적정 산도, pH, 생균수를 측정하였다.

적정산도 및 pH. 발효 중 적정산도의 변화는 발효액 5 g에 멸균 증류수 45 g을 가하여 잘 혼합한 후 10 mL를 취하여 0.01 N NaOH로 적정하고 젯산으로 환산하여 나타내었으며, 발효액의 pH는 pH-meter(model 720P, Istek, Seoul, Korea)를 이용하여 직접 측정하였다.

생균수 측정. 배양액 1 g에 멸균 식염수 9 mL를 혼합하여 10진법으로 적절하게 희석하였다. 평판에서 희석액 1 mL에 멸균한 MRS agar 배지를 부어 혼합하고 30°C에서 36시간 배양하여 형성된 colony를 계측하였다. *Ln. mesenteroides* KACC 91495P의 생균수는 시료 g당 colony forming units(CFU/g)로 나타내었다.

유기산 분석. 배 발효액의 유기산 함량은 HPLC(Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. 컬럼은 Prevail Organic Acid 5u(Alltech Associates, Inc. Deerfield, USA), 용매는 25 mM potassium phosphate(pH 2.5, 유속 1.0 mL/min), 검출기는 UV detector(220 nm)를 사용하였다.

총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성 측정. 원심분리(3,000×g, 10분)로 불용성 물질을 제거한 발효액 0.1 mL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 5분간 방치하고 50% Folin-Ciocalteu 시약 0.1 mL를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도를 750 nm에서 측정하였고, 표준물질로는 tannic acid를 사용하였다. 총 폴리페놀 함량은 시료 g당 mg tannic acid 함량으로 나타내었다[Hwang 등, 2006]. 발효액의 항산화 활성은 DPPH radical의 소거활성을 Blois의 방법[1958]을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 발효액 0.1 mL에 0.2 mM DPPH 용액 1.0 mL와 에탄올 0.9 mL를 가하고 30분 후 517 nm에서 반응액의 흡광도를 측정하였다. 발효액의 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였다.

결과 및 고찰

유산균의 분리 및 동정. 식물성 발효 식품인 김치 국물로부터 CaCO₃를 함유한 MRS 평판 배지에서 산 생성능이 우수하여 투명환 생성이 뛰어난 colony를 1차로 분리한 후 선발된 균주를 배 과쇄물에 접종하고 30°C에서 15시간 배양하여 생균수와 적정산도를 *Ln. mesenteroides* ATCC 9135 균주와 비교하여 생균수와 적정산도가 우수한 균주를 최종 선발하였다. 균주 배 과쇄물에 배양한 결과, 생균수는 *Ln. mesenteroides* ATCC 9135 균주와 유사하였으나(2.9×10^9 , 9.8×10^8 CFU/g) 적정산도가 1.02%로 ATCC 9135 균주의 0.38%보다 2배 이상 우수한 균주를 최종 선발하였다. 선발된 균주를 API 50 CHL kit와 16S rRNA의 염기 서열 분석을 통하여 동정하였다. API 50 CHL에 의한 탄수화물 발효성 실험 결과를(Table 1) ATB identification program으로 분석하고 16S rRNA의 염기 서열 분석을 수행한 결과(Fig. 1), 본 연구에서 분리한 균주는 *Ln. mesenteroides*와 99% 유사한 것으로 판명되었으며, 국립농업과

Table 1. Utilization of various carbohydrates by *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P isolated from *Kimchi*

Carbohydrate	Reaction	Carbohydrate	Reaction
Control	-	Esculine	+
Glycerol	-	Salicine	+
Erythritol	-	Cellobiose	-
D-Arabinose	-	Maltose	+
L-Arabinose	+	Lactose	-
Ribose	+	Melibiose	+
D-Xylose	+	Saccharose	+
L-Xylose	-	Trehalose	+
Adonitol	-	Inuline	-
Methyl-β-xyloside	-	Melezitose	-
D-Galactose	+	D-Raffinose	+
D-Glucose	+	Amidon	-
D-Fructose	+	Glycogene	-
D-Mannose	+	Xylitol	-
L-Sorbose	-	β-Gentiobiose	-
Rhamnose	-	D-Turanose	+
Dulcitol	-	D-Lyxose	-
Inositol	-	D-Tagatose	-
Mannitol	+	D-Fucose	-
Sorbitol	-	L-Fucose	-
Ethyl-α-D-mannoside	-	D-Arabitol	-
Methyl-α-D-glucoside	+	L-Arabitol	-
N-Acetylglucosamine	+	Gluconate	+
Amygdaline	-	2-Keto-gluconate	-
Arbutine	+	5-Keto-gluconate	+

+: Positive reaction, -: Negative reaction.

학원 농업유전자원센터에 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P로 기탁되었다. MRS broth에서 KACC 91495P 균주는 ATCC 9135 균주보다 빠르게 성장하였으며, ATCC 9135 균주는 초기 pH 기준으로 pH 6.0과 7.0에서 매우 흡사한 생육을 보였으나, KACC 91495P 균주는 pH 6.0보다 7.0에서 생육이 우수하였다. 또한 4.0% NaCl를 함유한 MRS broth에서 KACC 91495P 균주는 약 30%, ATCC 9135 균주는 약 12% 생육이 억제되어 KACC 91495P 균주는 ATCC 9135 균주보다 내염성이 약한 것으로 확인되었다(데이터 제시는 생략함).

배 파쇄물에서의 생육특성. 배의 과육만을 분쇄한 파쇄물에

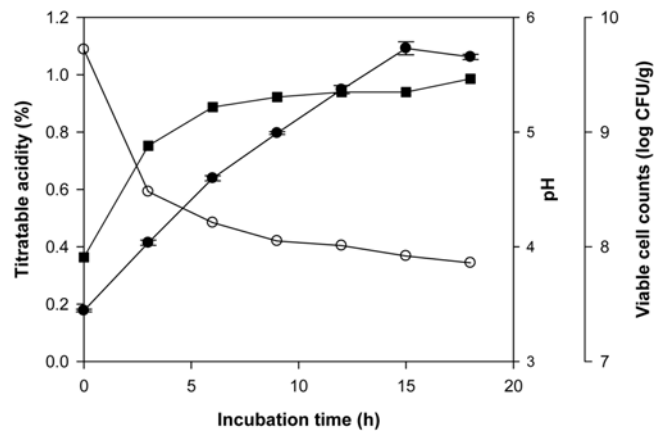


Fig. 2. Changes of growth (■) of *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P, titratable acidity (●) and pH (○) of fermented pear puree suspension during lactic acid fermentation at 30°C.

다른 배지성분을 추가하지 않고 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P를 접종한 후 30°C에서 18시간 진탕 배양하면서 3시간 간격으로 총균수, 적정산도와 pH의 변화를 측정하였다(Fig. 2). 발효시간에 따른 배양액의 pH는 배양 전 pH 5.72에서 배양 9시간에 pH 4.05로 급격히 감소하였으며 그 이후 18시간까지 pH 3.86으로 점진적으로 감소하였다. 적정산도는 pH의 변화 경향과 유사하여 배양 과정에서 지속적으로 증가하여 배양 15시간에 1.09%를 기록하여 균주 선발시의 결과와 유사하였다. 배 파쇄물에서 KACC 91495P 균주의 생육은 우수하여 생균수는 접종 후 9시간까지 급격하게 증가하였으며(8.1×10^7 CFU/g → 2.0×10^9 CFU/g) 배양 18시간에는 2.9×10^9 CFU/g까지 완만하게 증가하였다. 이러한 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주의 생육특성은 비록 균주가 서로 상이하나 사과 주스와 우유 혼합액에 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 2182 균주를 배양한 결과 배양액의 pH는 4.08, 총균수는 2.9×10^9 CFU/g를 기록한 결과[Ko와 Kang, 1997]와 매우 유사하다. 또한 김치에서 분리한 동종의 유산균인 *Ln. mesenteroides* KC 51 균주를 식물성 원료인 두유에 15시간 배양한 배양액의 pH는 4.58, 총균수는 3.6×10^9 CFU/g라는 보고[Oh와 In, 2008]와 비교하면 배 파쇄물에서 본 연구에서 사용한 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P

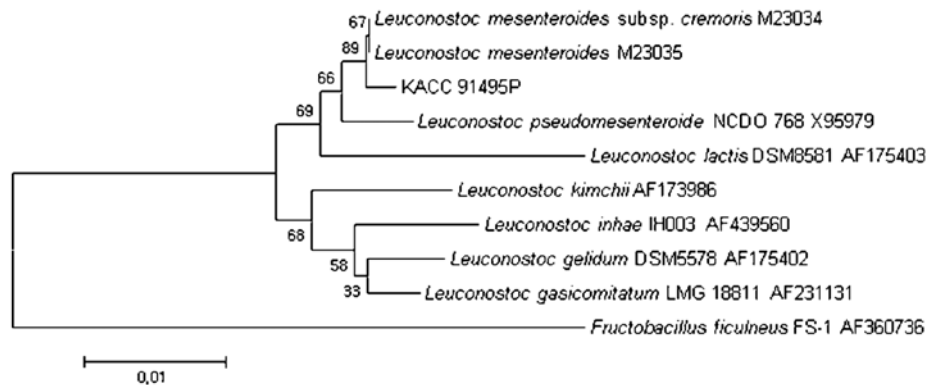


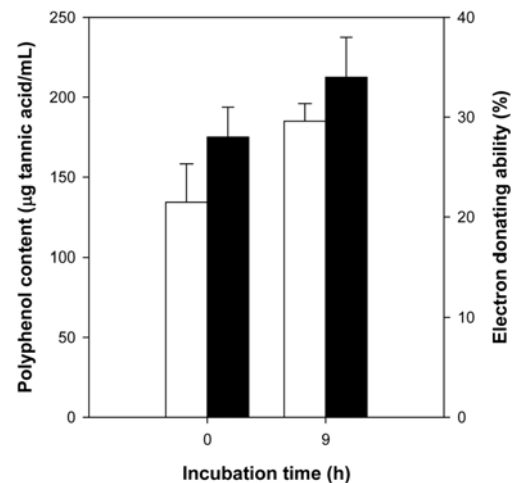
Fig. 1. Phylogenetic tree based on 16S rRNA sequences showing the positions of *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P, various *Leuconostoc* species and some other related taxa.

Table 2. Change in organic acid content of fermented pear puree suspension during fermentation at 30°C

Time (hr)	Organic acid content (%)		
	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid
0	0.189	-	-
3	0.158	0.0495	0.0529
6	0.120	0.0744	0.0722
9	0.124	0.0892	0.104
12	0.186	0.157	0.183
15	0.167	0.160	0.202
18	0.217	0.213	0.259

균주의 생육이 우수함을 알 수 있다. 또한 배양시간에 따른 발효액의 유기산 함량을 HPLC로 분석하였다. 기존의 보고[Choi 등, 1998]와 동일하게 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주의 배양 전 배의 과육에서 사과산이 주요한 휘발성 유기산으로, 구연산은 소량 함유된 것으로 분석되었다. KACC 91495P 균주의 생육에 비례하여 젖산과 초산 함량은 배양시간에 따라 증가하여 18시간 배양한 경우 젖산이 0.213%, 초산이 0.259% 생성되었다(Table 2). 배 파쇄물에서 KACC 91495P 균주에 의한 젖산과 초산의 생성량은 *Ln. mesenteroides* KC 51 균주를 4% 현미 당화물[In 등, 2009], 두유[Oh와 In, 2008]에 배양한 결과보다 다소 낮은 것으로 이는 균주의 차이에 기인하는 것으로 사료된다. 배양 18시간 후 배양액의 잔존 환원당 함량이 6.29%로 높고 배양 9시간 이후 생균수의 증가가 평형에 이른 점 또한 배의 성분에서 탄수화물보다 단백질의 함량이 매우 낮은 점을 고려하면 배 파쇄물에 영양성분(특히 질소원)을 보충한다면 KACC 91495P 균주의 생육과 유기산의 생성량을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 이상의 결과로부터 본 연구에서 선발하여 사용한 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주는 특별한 영양원의 보충없이 배 파쇄물에서 발효식품의 제조에 필요한 정도로 생육이 가능하다는 것을 알 수 있다. 즉, 배 파쇄물만으로 호상 요구르트의 국내 성분규격인 생균수 1.0×10^8 CFU/g 이상으로[KFIA, 2009] 또한 요구르트의 바람직한 pH 범위(pH 3.27~4.53)로 유산균을 배양할 수 있으므로 배를 이용한 요구르트와 유사한 발효 제품의 제조가 가능함을 제시하였다.

배 발효액의 항산화 활성. 배 파쇄물에 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주를 9시간 배양하여 얻은 발효액 중 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 측정하였다. 항산화 활성은 DPPH radical 소거활성방법으로 분석하였다. 그 결과(Fig. 3), 배 파쇄물의 총 폴리페놀 함량은 134 µg tannic acid/mL였으며 배양 9시간 후 185 µg tannic acid/mL로 약 40% 증가하였다. KACC

**Fig. 3.** Changes of total polyphenol content (open bar) and electron donating ability (closed bar) of fermented pear puree suspension during lactic acid fermentation at 30°C.

91495P 균주를 배양함에 따라 배양액의 점도가 감소하는 점을 고려하면 이와 같은 현상은 고분자 또는 단백질과 결합한 페놀성 화합물이 발효과정에서 저분자 페놀성 화합물로 전환되었기 때문인 것으로 사료된다[Hwang 등, 2006]. 동시에 배 발효액의 DPPH radical 소거활성은 총 폴리페놀 함량의 증가에 비례하여 28%에서 34%로 향상되었다. 이와 같은 결과는 페놀성 화합물은 항산화 작용을 하는 대표적인 성분이므로 폴리페놀 함량과 항산화 활성이 비례한다는 기존의 보고[Zhang 등, 2003; Hwang 등, 2006]와 잘 일치하는 결과이며, *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 유산균의 배양으로 배의 생리활성이 향상됨을 의미한다.

배 발효물의 저장성. *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주를 이용한 배 발효식품 제조의 기초 data로 유산균 발효유는 제조 후 저온에서 유통되므로 저장 중 품질 변화를 조사하기 위하여 배 파쇄물에서 9시간 발효시킨 후 4°C에서 냉장 보관하면서 pH, 적정산도 및 생균수의 변화를 조사하였다(Table 3). 13일간 저장한 결과 pH는 pH 4.0에서 pH 3.74로 다소 감소하였으며 적정산도는 0.74%에서 1.05%로 소폭 증가하였으나 생균수는 큰 변화가 없었다. 전체적으로 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주의 배 발효물은 저장성에도 문제가 없는 것으로 판단되었다. 추후 *Ln. mesenteroides* KACC 91495P 균주의 배 발효물을 이용한 발효제품의 formulation을 개발하는 연구에서 다당체와 같은 첨가물의 사용으로 유산균의 저장 안정성은 향상될 수 있을 것이다[Yang 등, 2006].

Table 3. Changes in quality of fermented pear puree suspension during storage at 4°C

	Period of storage (days)					
	0	2	5	7	11	13
pH	4.00	3.92	3.82	3.80	3.75	3.74
Titrateable acidity (%)	0.74	0.77	0.80	0.78	1.04	1.05
Viable cell counts (CFU/g)	2.7×10^9	1.1×10^9	3.2×10^8	4.4×10^8	2.5×10^8	9.7×10^8

초 록

김치에서로부터 배 파쇄물에서 생육과 산 생성이 우수한 유산균을 선발하였다. 선발된 균주는 *Ln. mesenteroides*로 동정되었으며, 국립농업과학원 농업유전자원센터에 KACC 91495P로 기탁하였다. KACC 91495P 균주를 배 파쇄물에 접종한 후 pH, 적정산도, 생균수의 변화를 경시적으로 분석하였다. 배양액의 pH는 배양 9시간 이후 pH 4.05로 급격히 감소한 후 배양 18시간에 pH 3.86까지 완만하게 감소하였다. 적정산도는 배양 초기부터 15시간까지 지속적으로 증가하여 1.09% 수준에서 평형을 이루었다. 생균수는 접종 후 9시간까지 급격히 증가하고 그 이후 완만하게 증가하여 배양 18시간에는 2.9×10^9 CFU/g까지 증가하였다. 유기산 농도는 배양시간에 비례하여 증가하여 18시간 배양 후 젓산이 0.213%, 초산이 0.259%, 사과산이 0.217%로 분석되었다. 또한 배 발효액의 총 폴리페놀 함량은 9시간 배양 후 134 µg tannic acid/mL에서 185 µg tannic acid/mL로 약 40% 증가하였으며 따라서 DPPH radical 소거활성도 향상되었다. 또한 4°C에서 KACC 91495P 균주에 의한 배 발효물은 약 2주일의 저장기간 동안 pH, 적정산도, 총균수의 변화는 미미하였다.

Key words: *Leuconostoc mesenteroides*, 배 발효물, 폴리페놀 함량

감사의 글

본 연구는 2008년 지역연계기술개발사업 및 2009년도 청운대학교 학술연구조성비의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

Blandino A, Al-Aseeri ME, Pandiella SS, Cantero D, and Webb C (2003) Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Res Int* **36**, 527-543.

Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1203.

Choi JH, Kim KY, and Lee JC (1998) Effects of pre-pressing condition on quality of pear juice. *Korean J Food Sci Technol* **30**, 827-831.

Chung HS, Kim SH, Chang EH, Youn KS, Seong JH, and Choi JU (2003) Changes in physicochemical and organoleptic qualities of 'Niitaka' pears during controlled atmosphere storage. *Korean J Food Sci Technol* **35**, 865-870.

del Campo G, Berregi I, Santos JI, Dueñas M, and Irastorza A (2008) Development of alcoholic and malolactic fermentations in highly acidic and phenolic apple musts. *Bioresource Technol* **99**, 2857-2863.

Goldin BR (1998) Health benefits of probiotics. *Br J Nutr* **80**, 203-207.

Hwang IG, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, and Jeong HS

(2006) Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions. *Korean J Food Sci Technol* **38**, 342-347.

Hwang JH and Park JE (2006) In *Food Materials*. Hyoilbooks, Seoul, Korea.

In MJ, Choi SY, Kim HR, Park DB, Oh MS, and Kim DC (2009) Acid production and phytate degradation using a *Leuconostoc mesenteroides* KC51 strain in saccharified-rice suspension. *J Appl Biol Chem* **52**, 33-37.

Ji LC, Shijie Y, Zuoshan F, Lixia X, and Xiao SH (2006) Change in the volatile compounds and physical of Yali pear (*Pyrus bertshneideri* Rehd) during storage. *Food Chem* **97**, 248-255.

Kim W, Shim SL, Ryu KY, Jun SN, Jung CH, Seo HY, Song HP, and Kim KS (2008) Effect of electron-beam irradiation on flavor components in pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka). *J. Korean Soc Food Sci Nutr* **37**, 195-202.

Ko YT and Kang JH (1997) The preparation of fermented milk from milk and fruit juices. *Korean J Food Sci Technol* **29**, 1241-1247.

Korea Foods Industry Association. (2009) In *Code of Food* Moonyoungsa, Seoul, Korea.

Kwon YB, Park SW, Kim MS, Shin IS, and Hong SJ (2003) Effect of postharvest treatments on fruit quality during storage of 'Niitaka' pear. *Kor J Hort Sci Technol* **21**, 114-119.

Lim SM and Im DS (2009) Screening and characterization of probiotic lactic acid bacteria isolated from Korean fermented foods. *J Microbiol Biotechnol* **19**, 178-186.

Mugula JK, Narvhus JA, and Sørhaug T (2003) Use of starter cultures of lactic acid bacteria and yeasts in the preparation of *togwa*, a Tanzanian fermented food. *Int J Food Microbiol* **83**, 307-318.

Oh NS and In MJ (2008) Production of a fermented soymilk using a new strain *Leuconostoc mesenteroides* KC51 isolated from *Kimchi*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* **51**, 88-91.

Yang SH, Seo SH, Kim SW, Choi SK, and Kim DH (2006) Effect of ginseng polysaccharide on the stability of lactic acid bacteria during freeze-drying process and storage. *Arch Pharm Res* **29**, 735-740.

Yoon JH, Lee ST, and Park YH (1998) Inter- and intraspecific phylogenetic analysis of the genus *Nocardioides* and related taxa based on 16S rDNA sequences. *Int J Syst Bacteriol* **48**, 187-194.

Zhang X, Lee FZ, and Eun JB (2005) Physical properties of dietary fiber sources from peel of Asian pear fruit at different growth stages. *Korean J Food Sci Technol* **37**, 905-911.

Zhang X, Lee FZ, and Eun JB (2008) Physicochemical properties and glucose transport retarding effect of pectin from flesh of Asian pear fruit at different growth stages. *Korean J Food Sci Technol* **40**, 491-496.

Zhang YB, Bae MJ, An BJ, Choi HJ, Bae JH, Kim S, and Choi C (2003) Effect of antioxidant activity and change in quality of chemical composition and polyphenol compound during long-term storage. *Korean J Food Sci Technol* **35**, 115-120.